

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

ШАРИПОВА КАМИЛЯ РАШИТОВИЧА

«Исследование магнитных свойств ферромагнитных кластеров в легированных манганитах лантана», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности

01.04.11 – физика магнитных явлений

Диссертационная работа Шарипова К.Р. посвящена исследованию соединений с формулой $L_{1-x}M_xMnO_3$ (L – трёхвалентный катион из группы лантаноидов и M – щёлочноземельный двухвалентный металл типа Ca, Ba или Sr). Эти соединения относятся к сильно коррелированным электронным системам. Интерес к исследованиям свойств таких сильно коррелированных электронных систем связан с обнаружением в них совокупности интересных физических свойств, таких как различные виды магнитного упорядочивания, структурные соразмерные и несоизмерные фазовые переходы, спиновое, зарядовое и структурное фазовое расслоение, аномально большое магнитосопротивление и другие свойства. Сложная картина фазового состава, фазовое расслоение и возникновение динамических островков фаз с различной мерностью, разнообразные обменные, спин-орбитальные, спин-решеточные и спин-спиновые взаимодействия, резкая зависимость свойств и характеристик вещества от небольшого количества примеси – вот тот круг проблем, который необходимо решить для понимания природы явлений в СКЭС. Тема диссертации Шарипова К.Р. **является актуальной** и имеет практическую значимость. Метод магнитной радиоспектроскопии, выбранный как основной метод исследования, даёт информацию о свойствах веществ на уровне отдельных атомов и единиц нанометров и **является обоснованным**.

Диссертация состоит из введения, трёх глав, заключения, списка цитированной литературы и списка публикаций автора по теме диссертации. Объем диссертации составляет 130 страниц машинописного текста, включая 36 иллюстраций и 3 таблицы. Список цитированной литературы состоит из 110 наименований, а список работ автора по теме диссертации из 22 наименований.

В первой главе приведён краткий литературный обзор свойств допированных манганитов, особенностей и характеристик спектров магнитного резонанса в них. Обсуждаются существующие модели интерпретации спектров магнитного резонанса в них. Описываются исследования фазового расслоения в манганитах и механизмы автолокализации носителей тока. Сообщается о гипотезе существования в манганитах ферромагнитных доменах при температурах выше

температуры магнитного упорядочивания. Рассматриваются особенности магнитного резонанса таких однодоменных ферромагнитных или ферримагнитных частиц (суперпарамагнитный резонанс). В конце главы определяется цель диссертационного исследования.

Вторая глава является оригинальной и посвящена исследованию фазового расслоения в манганитах состава $\text{Eu}_{0,6}\text{La}_{0,4-x}\text{Sr}_{1-x}\text{MnO}_3$. В начале главы приводятся сведения о структуре соединения и его фазовой диаграмме. Описывается методика приготовления образцов. На основании исследований спектров Мессбауэра утверждается, что ионы европия находятся в трёхвалентном состоянии, а носители заряда (дырки) индуцируются только примесными ионами двухвалентного стронция. Далее приводятся результаты проведённых исследований намагниченности образцов. Магнитные измерения проводились с помощью СКВИД магнетометра MPMS5 в магнитных полях до 5 Тл в диапазоне температур $1,8 \div 400$ К. Исследования спектров магнитного резонанса проводилось на спектрометре фирмы Bruker ELEXSYS E500-CW в X - (9,4 ГГц) и Q – диапазонах (34 ГГц) при температурах $4,2 \div 300$ К. Доказывается, что резонансный спектр состоит из двух линий. На основании исследованного характера частотной и температурной зависимости этих линий, автор утверждает, что одна из линий является сигналом парамагнитного резонанса с $g = 2$, а вторая – сигналом ферромагнитного резонанса. Одновременное существование парамагнитной фазы и ферромагнитной фазы в образце, позволило авторам утверждать о наличии в соединении магнитного фазового расслоения и определить диапазон температур сосуществования фаз. Следует отметить, что данный результат явился прямым следствием интересного методического приёма, применённого автором: замена части ионов La^{3+} изовалентными ионами Eu^{3+} существенно расширила диапазон сосуществования фаз и позволила их экспериментально обнаружить.

В третьей главе приведены результаты исследования магнитных свойств керамики $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{Mn}_{1-y}\text{Zn}_y\text{O}_3$ методом магнитного резонанса. В начале главы приводятся свойства таких манганитов. Замена части ионов трёхвалентного марганца на двухвалентный ион цинка разрывает цепочку двойного обмена $\text{Mn} - \text{O} - \text{Mn}$ вследствие того, что спин Zn^{2+} равен нулю, что приводит, в свою очередь, как к изменению проводящих свойств, так и локализации ферромагнитных кластеров. Автором была выдвинута гипотеза, что ферромагнитно-коррелированные области должны вести себя в спектре магнитного резонанса как суперпарамагнитные частицы. Для проверки выдвинутой гипотезы автор вывел выражение для температурной зависимости положения линии суперпарамагнитного резонанса. Теоретическое описание зависимости положения, ширины и интенсивности линий магнитного резонанса и намагниченности на основании полученных выражений хорошо описали результаты экспериментальных исследований.

Научная обоснованность и достоверность положений и выводов диссертации определяются надёжностью применяемых экспериментальных и

теоретических методов и сопоставлением экспериментальных данных с результатами как собственных расчётов в рамках теоретических моделей, так и результатами работ других авторов в родственных или аналогичных соединениях.

Научная новизна диссертации. Результаты, полученные в данной диссертации, являются новыми. К наиболее значимым научным результатам можно отнести следующие результаты:

1. обнаружено существование ферромагнитных кластеров в парамагнитной фазе соединения $\text{Eu}_{0,6}\text{La}_{0,4-x}\text{Sr}_{1-x}\text{MnO}_3$ и построена фазовая диаграмма этого соединения;
2. обнаружено существование электронного фазового расслоения в керамике $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{Mn}_{1-y}\text{Zn}_y\text{O}_3$; определены параметры магнитной анизотропии и размеры ферромагнитных кластеров;
3. Показано, что в $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{Mn}_{1-y}\text{Zn}_y\text{O}_3$ при $y=0,095$ и при температуре 140 К величина магнитосопротивления максимальна.

Практическая значимость.

Полученные в диссертации результаты важны для понимания физических процессов, происходящих в концентрированных магнетиках с сильными магнитными, электрон-фононными, спин-спиновыми, спин-решеточными взаимодействиями. Результаты могут быть использованы в любых исследовательских центрах, занимающихся исследованием магнитных явлений.

К оформлению диссертации имеются замечания:

Диссертация и автореферат изложены в хорошем научно-техническом стиле. Неточности и жаргонные выражения, встречаются не часто. К ним можно отнести следующие:

1. RS 232 является стандартом передачи данных, а не температурным контроллером (глава 3);
2. рис.2.1. обозначен как 2.13;
3. на рис.3.3 приведены некие расстояния В-О, но что это за расстояния, если октаэдры искажены и все расстояния разные, непонятно;
4. на рис. 3.7 непонятны обозначения 2Т, 4Т и др. – что это такое?;
5. на рис.3.8 не соответствует подпись под рисунком и рисунок.

Из замечаний по существу работы можно выделить следующие:

1. Из объяснения различий сигналов ЭПР в $\text{Eu}_{0,6}\text{La}_{0,4-x}\text{Sr}_{1-x}\text{MnO}_3$ от ферромагнитных областей в Q и X диапазонах остаётся не ясной причина снижения интегральной интенсивности в 4,5 раза в Q диапазоне по сравнению с X диапазоном. Интегральная интенсивность должна соответствовать числу магнитных центров, а уменьшение объёма ферромагнитных кластеров при возрастании магнитного поля не

подтверждается измерениями магнитной восприимчивости, которые приведены в этой же главе.

2. Термин «тепловая флуктуация» в применении к супер парамагнитной частице, состоящей из сотен атомов, совершающих колебания около положений равновесия в кристаллической решётке, звучит несколько странно. Непонятно, как изменение энергии колебания 1 атома (тепловая флуктуация) скажется на ширине линий ЭПР всей совокупности упорядоченных спинов.

Вышеуказанные замечания не носят принципиального характера и не меняют общего положительного мнения о диссертации.

Диссертация раскрывает суть проделанной работы. Автореферат правильно и полно отражает содержание диссертации.

Результаты, представленные в диссертации получены впервые, так что новизна полученных результатов не вызывает сомнений. Выводы, сформулированные в диссертации, вытекают из представленного материала, опубликованного по теме диссертации. Основные результаты, приведенные в диссертации, своевременно опубликованы в реферируемых научных журналах и доложены на международных и всероссийских конференциях.

Диссертационная работа Шарипова К.Р. является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи, имеющей значение для физики магнитных явлений. Диссертация **соответствует** пункту 9 Положения о порядке присуждения научных степеней, а сам диссертант Шарипов Камиль Рашитович **заслуживает** присуждения ему учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.11 – физика магнитных явлений.

Официальный оппонент:

Профессор кафедры электрических станций
института электроэнергетики и электроники
ФГБОУ ВПО «Казанский государственный
энергетический университет»,
420066, Казань, ул. Красносельская, д. 51,
корп. Б, ауд. 307
телефон: 8 (843) 519-42-70,
E-mail: aleksandr_usachev@rambler.ru
д. ф.-м. н., профессор

17 сентября 2014 года



/Усачев Александр Евгеньевич/

